



EESTI MAAÜLIKOOL
Tehnikainstituut

Helina Turja

KODUAUTOMAATIKA

HOME AUTOMATICS

Bakalaureusetöö
Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: nooremteadur Erkki Jõgi

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Bakalaureusetöö lõputöö	
Fr. R. Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		lühikokkuvõte	
Autor: Helina Turja		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: Koduautomaatika			
Lehekülgi: 38	Jooniseid: 11	Tabeleid: 5	Lisasid: 1
Osakond / Õppetool: Energiakasutuse õppetool			
ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: T140 Energeetika			
Juhendaja(d): nooremteadur Erkki Jõgi			
Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2018			
<p>Lõputöö teema valiti töös käsitletava hoone omaniku soovil paigaldada oma majja Schneideri tööstusautomaatika toodetel põhinev automaatikasüsteem. Töö eesmärk on antud toodete näol lahenduse leidmise võimalikkus ja odavus. Töös kirjeldatakse kasutatavaid seadmeid ja pakutakse teoorias välja võimalik lahendus ja selle hind.</p> <p>Töö on koostatud teoreetilisel baasil kasutades seadmete infolehti ja juhendeid ning nende põhjal on välja pakutud võimalik terviklahendus.</p> <p>Töö tulemusena koostati võimalik terviklahendus vastavalt lähteülesandele ja tulevikus on võimalik seda ka rakendada. Ülevaatlikult kirjeldatakse ka seadmete programmeerimise tarkvara, aga bakalaureusetöö raames pole selle teostamiseni jõutud. Süsteemi odavuse tõestamiseks on koostatud hinnakalkulatsioon. Süsteemi arendamine vajab teadmisi ja on küllaltki ajakulukas.</p>			
Märksõnad: Schneider Electric, hooneautomaatika, tööstusautomaatika			

Estonian University of Life Sciences Fr. R. Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Bachelor’s Education Thesis	
Author: Helina Turja		Curriculum: Engineering	
Title: Home Automatics			
Pages: 38	Figures: 11	Tables: 5	Appendixes: 1
Department / Chair: Chair of Energy Application Engineering Field of research and (CERC S) code: 4. Natural Sciences and Engineering, 4.17. Energetic research; T140 Energy research Supervisors: Junior researcher Erkki Jõgi Place and date: Tartu, 2018			
<p>The theme of the thesis was chosen by the owner of the building under consideration to install an automation system based on Schneider's industrial automation products. The aim of the work is to find the solution in the form of these products and lower price. The paper describes the equipment used and proposes a theoretical solution for the possible solution and its price.</p> <p>The work is based on a theoretical basis using equipment leaflets and guides, and a comprehensive solution is suggested for them.</p> <p>As a result of the work, a possible complete solution was prepared according to the initial task, and it is possible to apply it in the future. Software programming is also explored, but this has not been accomplished in the baccalaureate. A price calculation has been made to prove the cheapness of the system. System development requires knowledge and is quite time-consuming.</p>			
Keywords: Schneider Electric, Industrial automatics, automatics			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. VALDKONNA ÜLEVAADE	6
1.1. Hooneautomaatika	6
1.2. Turul pakutavad tehnoloogiad	7
1.2.1. KNX	7
1.2.2. DALI	8
1.2.3. Modbus	9
2. OBJEKTI ISELOOMUSTUS	10
2.1. Hoone üldandmed	10
2.2. Lähteülesande püstitamine	12
3. AUTOMAATIKASEADMETE VALIK	13
3.1. Kontroller	13
3.2. Puutetundlik paneel	15
3.3. Elektrienergia tarbimise jälgimine	16
3.4. Sisekliima, küte ja ventilatsioon	18
3.4.1. Sisekliima	18
3.4.2. Küttesüsteem	18
3.4.3. Ventilatsioon	20
3.5. Valguse juhtimine	22
4. MATERJALI SPETSIFIKATSIOON	24
4.1. Hoone automaatika	24
4.2. Seadmete maksumus	27
5. KASUTATAV TARKVARA	30
5.1. SoMachine basic	30
5.2. Vijeo Designer	32
KOKKUVÕTE	34
SUMMARY	35
KASUTATUD KIRJANDUS	36
Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	38
ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	38

SISSEJUHATUS

Käesoleva bakalaureusetöö sihiks on tööstusautomaatika kasutamine hooneautomaatikana. Tark maja on maja, milles on kasutusel automatiseeritud süsteemid, mis aitavad kasutajal hoida kokku kulutustelt energiatarbimisel ning lihtsustab hoone tehnosüsteemide kasutamist. Targa maja lahendus kogub üha hoogsamalt populaarsust kuna pakub tänapäeva kiire elutempo juures mugavat ja ka energiatõhusat lahendust kodu seadmete juhtimiseks ja kontrollimiseks. Populariseerumisega tuleb turule pidevalt uusi ja paremaid lahendusi. Tavainimesele käib aga antud lahendus sageli rahaliselt üle jõu, eriti juhul, kui tegemist ei ole ehitusjärgus uue eramuga, vaid süsteem tuleb paigaldada vanale olemasolevale elamispinnale. Eelnevalt on valik juba tehtud kontrolleri ja puutetundlikule paneelile Schneider Electric'ü tööstusautomaatika valikust. Töö on koostatud Elvas asuva eramu baasil, arvestades juba olemasolevaid tehnosüsteeme ja tuleviku väljavaateid.

Lõputöö eesmärgiks on, kasutades Schneider Electric'ü tööstusautomaatika ja energiajuhtimissüsteemi lahendusi, välja pakkuda eluhoone hooneautomaatika lahendus.

Eesmärgi saavutamiseks täidetakse järgmised ülesanded:

- teha kokkuvõtte hetkel turul olevatest lahenduste standarditest,
- kirjeldada objekti,
- valida välja seadmed,
- koostada hinnakalkulatsioon.

Töö esimene peatükk annab ülevaatliku kokkuvõtte hetkel turul olevate automaatika lahenduste standarditest. Järgnevalt kirjeldatakse üles lähteülesanne, milleks on omaniku soovid ja milline on lähteobjekti kirjeldus, valitakse välja automaatikaseadmed, millega antud lähteülesanne lahendada ja kirjeldatakse üles nende parameetrid, et selgitada välja seadmete kogused ja koostatakse hinnakalkulatsioon. Lühidalt antakse ülevaade ka kontrolleri ja paneeli programmeerimistarkvarast.

1. VALDKONNA ÜLEVAADE

1.1. Hooneautomaatika

Hooneautomaatika on hoones olevate süsteemide automatiseerimine ja juhtimine läbi erinevate automaatika lahenduste. Antud lahenduste tulemusena võiks saavutada soovitud tasemel püsiva sisekliima, tehnosüsteemide häireteta töötamise ja energia kokkuhoiu. [1]

Hooneautomaatika hõlmab järgmisi protsesse [1]:

- kütte- ja jahutussüsteemid;
- tulekustutussüsteemid;
- elektrienergia süsteemid;
- turvasüsteemid;
- valgustuse süsteemid;
- veevarustus ja kanalisatsioon;
- ventilatsioon;
- videovalve.

Protsesside juhtimise eesmärgiks on hoone tehnosüsteemide häireteta töötamine, sisekliima soovitud tasemel hoidmine, tehniliste ja funktsionaalsete rikete vältimine, ohutuse tagamine ja energiatarbe etteantud piiridesse jäämine. Hooneautomaatika koosneb kolmest tasemest: valvepulditase (juhtpaneel), allkeskustase (programmeeritavad kontrollid) ja kohtseadmed (andurid, lülitid, täiturid). [1]

Lisaks kuuluvad antud süsteemide alla kõiksuguste multimeedia- ja audiosüsteemide, side- ja arvutivõrkude ning muu sellise haldamine. Valdkond areneb jõudsalt ja omab hulganisti võimalusi seadmete ja süsteemide automatiseerimiseks.

1.2. Turul pakutavad tehnoloogiad

Turule tuleb üha uusi ettevõtteid, kes pakuvad erinevaid valmis töötatud kodu- ja tööstusautomaatika lahendusi. Järgnevalt tutvustame erinevaid tuntumaid rahvusvahelisi standardeid, millele vastavad enamuse Eesti turul pakutavad automaatika lahendused ja tooted. Standardid kehtivad nii kodu- kui tööstusautomaatika toodetele. Järgnevalt on antud ülevaade kolmele tuntumale protokollile. Lisaks on levinud mitmed teised protokollid nagu Ethernet/IP, BACnet, Z-Wave, ZigBee ja teised.

1.2.1. KNX

KNX on mitmekümneaastase kogemuse põhjal väljatöötatud andmesidevõrgu avatud protokoll, mis ei sõltu kindlast tarkvara platvormidest. Standardi on vastu võtnud paljud rahvusvahelised tootjad, kes pakuvad mitmesuguseid KNX-sertifitseeritud tooteid. Tootjateks on näiteks Bosch & Siemens, Electrolux, Moeller, Samsung, Viessmann, ABB, Hager, MDT Technologies Eaton, Schneider Electric, Berker ja teised ettevõtted. Kõiki neid tooteid on testitud vastavalt standardi nõuetele ja võivad töötada koos sama võrgu kaudu. Selle tulemusena saame kasutada rohkem ühtset kaablivõrgustikku lisa kaabeldust teostamata ja võimaldab kasutusele võtta rohkemaid funktsioone. [2]

Süsteem on deentraliseeritud siinisüsteem ilma keskse kontrolleri. See võimaldab juhtida erinevaid komplektseid täitureid. Andmesiinid paigutatakse toiteplokkide ja juhtseadmete vahele [3]. Spetsiaalsete üleminekumoodulite abil on võimalik omavahel ühendada erinevaid protokolle kasutavaid süsteeme ja seadmeid. Näiteks on olemas vastavad moodulid BACnet'le, Modbus'ile ja DALI'le. Võrku saab ühendada kuni 14 400 seadet, millele lisanduvad toiteseadmed ja filtrid. [4]

KNX võimaldab hooneautomaatikat kasutada väga erineva otstarbega hoonetes eramajadest tööstus- ja kontorihooneteni. Juhtida ja jälgida saab: valgustust, kardinaid, turvasüsteeme, energiamajandust, kütte- ja ventilatsioonisüsteeme, jälgimissüsteeme, audio/video kontrolli ja koduelektroonikat. [4]

Eesti turul üks tuntumaid KNX standardile vastava valmislahenduse pakkujaid on Schneider Electric. Ettevõttel on olemas lai tootevalik valmislahenduseks, alustades juhtoperaator paneelist ja kontrollerist kuni anduriteni välja, mis ühilduvad antud protokolliga.

1.2.2. DALI

DALI (*Digitally Addressable Lighting Interface*) on standard, mille kohaselt saab valgustusseadmeid loogika seoste abil automatiseerida. Standard on välja töötatud aastal 1999 ja rahvusvahelise standardina võeti vastu aastal 2002. [5]

Antud protokoll kohaselt on igal seadmel oma individuaalne aadress, mis omakorda võib kuuluda mingi lülitusgrupi hulka ja mäletab sellesse gruppi kuulumist. Süsteem võimaldab koostada valgustussüsteemi parameetrid, kontrollida valguse reguleerimise kiirust ja kontrollida maksimaalseid ning minimaalseid heleduse tasemeid. Ühte DALI liini võib kuuluda kuni 64 aadressi. Suure hulga seadmete ühendamiseks kasutatakse DALI Gateway'd, mis ühendab omavahel mitu erinevat DALI liini. Andmevahetuse kiirus on 1200 b/s ja maksimaalne kaabli pikkus on 300 m. Süsteemi saab siduda erinevate juhtimissüsteemidega. [5]

Antud protokoll eelised on järgmised [5]:

- tegemist on avatud protokolliga, mis on kättesaadav kõikidele tootjatele;
- igal seadmel on energiasõltumatu mälu, kus asuvad tema sätted;
- protokoll on spetsiaalselt välja töötatud valgustuse juhtimiseks ja see võimaldab palju paindlikumat lahendust kui teised protokollid pakuvad;
- puudub keskkontroller;
- ei ole vajalik kasutada terminaatoreid liini lõpus;
- DALI seadmed kasutavad kahe-suunalist andmevahetust;
- juhtimisliin ja võrgukaabel võivad olla ühtne kaabel;
- süsteem võimaldab kontrollida ja saada informatsiooni lampide ja seadmete olukorrast.

1.2.3. Modbus

Modbus on seeria kommunikatsiooniprotokoll, mis on välja töötatud 1979 aastal Modiconi poolt ja pakub sidet eri tüüpi seadmete vahel. Tegemist on meetodiga edastada informatsiooni erinevate elektroonikaseadmete vahel andes neile unikaalse aadressi. Standardi kohaselt on nimetatud seadet, mis küsib informatsiooni Modbus'i ülemaks (*Modbus master*) ja seadmed, mis jagavad informatsiooni alamateks (*Modbus slaves*). Standardses võrgus on üks ülem ja 247 alamat. [6]

Teabevahetuse liides on üles ehitatud tuginedes sõnumitele, millel igaljuhul on identne struktuur. Igas sõnumis esineb neli erinevat baaselementi: seadme aadress, funktsiooni kood, andmed ja veakontroll. Sõnum antakse välja alati niinimetatud ülema poolt ja vastavalt sisule aktiveerub alarm ja alam tegutseb sellest lähtuvalt. [6]

Mitmed antud bakalaureusetöös käsitletud seadmed suhtlevad Modbus TCP/IP (*Transmission Control Protocol*) vahendusel. Selle kõige olulisem funktsioon on edastada andmepaketid süsteemi põhikontrollerile.

2. OBJEKTI ISELOOMUSTUS

2.1. Hoone üldandmed

Projekti raames käsitletav eramu asub aadressil Raudtee 9, Elva linn Peedu linnaosa, Elva vald, Tartumaa ehitisregistrikoodiga 104045008 [7]. Eramu põhiandmed on toodud tabelis 2.1.

Tabel 2.1. Eramu põhiandmed

Kirjeldus	Info
Ehitusalane pindala	134 m ²
Hoone maht	421,6 m ³
Korruste arv	3
Ruumide arv	12
Küttesüsteem	Maaküte CTC Ecoheat 400 12kW
Hoone kasutusviis	üksikelamu

Hoone näol on tegemist kolmetasemelise betoonehitisega ehitusalase pindalaga 134 m², mille kõrgus on ehitusregistri kohaselt 5,7 m. Maja on kolme tasemeline, kus on kokku 12 erineva suuruse ja otstarbega ruumi, mille suurused on välja toodud tabelis 2.2. Hoone esimesel tasemel ehk keldrikorrusel paiknevad saun koos leili- ja pesuruumiga ning garaaž. Teisel tasemel ehk esimesel korrusel asuvad köök, elutuba ja sahvver ja kolmandal tasemel ehk teisel korrusel paiknevad kaks magamistuba, garderoob ja rõdu.

Lisaks hoones kasutatavale maaküte süsteemile on olemas alternatiivseks soojusallikaks puuküte ahjud. Elamu näol on tegemist vana ehitisega ja sellele pole määratud energiatõhususe klassi.

Tabel 2.2. Ruumide kirjeldus ja suurus

Ruumi kirjeldus	Ruumi suurus m ²
Söögituba	7,6
Köök	10,0
Elutuba	21,1
Sahver	0,8
Leiliruum	4,2
Riietusruum	2,7
Esik	10,5
Garaaž	16,0
Magamistuba 1	20,3
Magamistuba 2	18,8
Abiruum	5,3

Hoone asukoht on näha joonisel 2.1, lisaks sellele on ära märgitud liitumiskilbi, maaküttekontuuri ja kordusmaanduse väljavõtte ligikaudne asukoht ja kõrvalhoone aadressiga Raudtee 9a.



Joonis 2.1. Eramu asendiplaan [8]. 1-maaküttekontuur, 2-liitumiskilp, 3-kordusmaandus, 4-elumaja, 5-kõrvalhoone.

Alajaamast liitumiskilbini on paigaldatud alumiiniumkaabel AXMK 4G120 pikkusega 141 m. Maja peajaotuskilpi peakaitse nominaaliga 20 A, mis asub hoone koridoris, on paigaldatud sisestus alumiiniumkaabliga AXMK 4G16 kogupikkusega 43 m. Peajaotuskilbile on teostatud eraldi kordusmaandus 25 mm² vaskjuhtmega. Liitumiskilbis on TN-C jaotatud TN-S süsteemiks. Hoone põhjapoolsele seinale paigaldatakse ventilatsiooniseade.

2.2. Lähteülesande püstitamine

Lõputöö aluseks on võetud valitud eramu omaniku soov varustada hoone automaatjuhtimisega selleks, et saavutada energia kokkuhoid ja mugavus. Eesmärk on juhtida olemasolevaid tehnosüsteeme, valgustust ja ventilatsiooni. Lisaks tahetakse jälgida ka elektri tarbimist hoones.

Kütte juhtimisel on eesmärgiks saavutada ruumidele soovikohane temperatuur, mille saab omanik ise seadistada automaatika paneelile loodud valikust. Ventilatsiooni juhtimisel peab olema tagatud üldistele normidele vastav õhk ja õhuniiskus, mida on kirjeldatud peatükis 2.5. Valgustuse juhtimine peab toimima automaatselt ruumide põhiselt, kas liikumis- või kohalolekuanduritega. Lisaks soovitakse juhtida ka kardinaid ja kasutada seeläbi võimalikult palju ära loomulikku päevavalgust, et säästa tarbitavat elektri- ja soojusenergiat.

Soov on jälgida ka energia tarbimist hoone eri ruumides ja olulisematel seadmetel, saades ülevaate energiatarbimise suurusest. Üheks jälgimise eesmärgiks on info saamine erinevate esineda võivate häirete kohta, et vajadusel neile kiiresti reageerida.

Läbi kontrolleri seadistatakse paneelile erinevate režiimide valiknupud, millest üks on puhkuse režiim ja teine valik kodust lahkumiseks. Puhkuse režiim seisneb erinevate tehnosüsteemide miinimum tasemele lülitamist ja valgustuse juhtimist, kus mingite erinevate ajavahemikega lülitatakse valgustus eri tubades sisse. Puhkuse režiimi eesmärk on jätta mulje majas viibivatest elanikest. Kodust lahkumisel on võimalus lülitada välja kõik seadmed, mis ei pea olema pidevalt võrku lülitatud. Antud variant välistab mõne pereliikme poolt kogemata sisse jäetud elektriseadet.

3. AUTOMAATIKASEADMETE VALIK

3.1. Kontroller

Kasutusel on Schneider Electric'ü Modicon M221 seeria kontroller TM221CE16T (joonis 3.1). Antud kontroller on oma näitajatega piisavalt võimekas käesoleva projekti teostamiseks. Kontroller on universaalsele paigaldusliistule (*DIN-liist*) kinnitav 24 V alalispinge toitega seade. Paigaldatavate lisamoodulite valikus on järgmised võimalused: 1) eri arvuga sisendite/väljundite moodulid, 2) eri arvuga NO releesisendite/väljundite moodulid, 3) eri arvuga transistor sisendite/väljundite moodulid, 4) eri arvuga analoogsisendid temperatuurianduritele (termopaar ka Pt100). Koos laiendusmoodulitega saadakse üheksa diskreetset sisendit 24 V alalispingel, millest neli on HSC (*High-speed counter*) sisendid, 31 NO kontaktiga releeväljundit, kaks analoogväljundit, neli analoogsisendit ja kaks kommunikatsiooni liidest. [9]

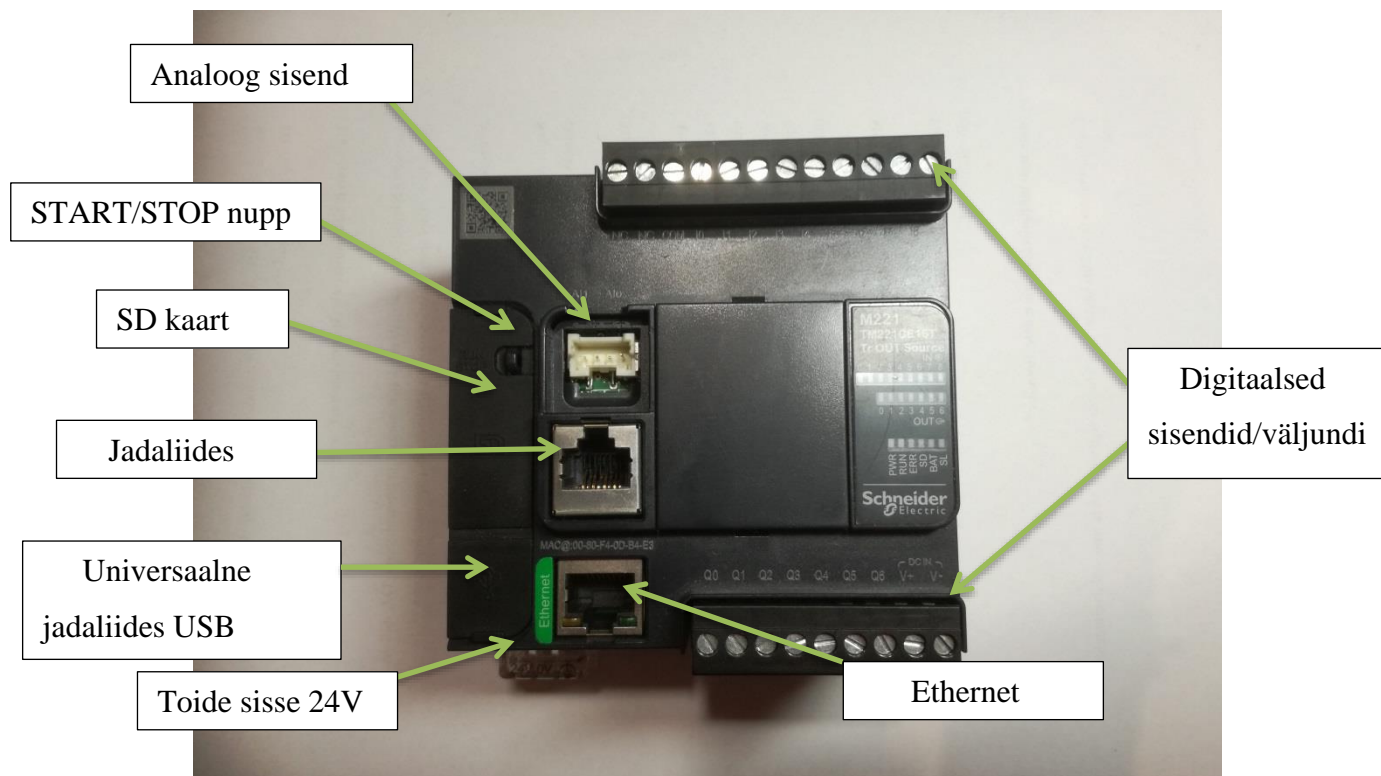
Süsteemi väljundid (*Outputs*) on need, mille kaudu saab kontroller juhitud seadmetele informatsiooni edasi saata [10]. Väljunditeks on juhitud seadmed nagu valgustid, kütte- ja ventilatsiooniseadmed.

Süsteemi sisendid (*Inputs*) on muutujad, mille kaudu kontroller saab tööks vajalikku informatsiooni ja seeläbi mõjutavad väljundeid [10]. Süsteemi sisenditeks on erinevad andurid, mille ülesanne on mõõta neile määratud parameetrite väärtusi ja edastada kontrollerisse, mis omakorda juhib mõõtetulemuste põhjal väljundseadmeid.

Sisendid ja väljundid jagunevad järgmiselt:

- 1) Analooosisendi (*Analog input*) vajadus on juhul, kui tahetakse lugeda muutuvaid tingimusi, mida mõõdetakse muutuva pinge tulemusena, näiteks temperatuur, voolutase, kiirus ja muud suurused. Analoogväljundite puhul on vajadus sisult sama ja kasutame neid juhul kui näiteks on vaja reguleerida ventiili avamist soovitud asendisse.

- 2) Diskreetseid sisendeid (*Digital input DI*) kasutatakse objektidel, millel on vaid kaks olekut: 0 või 1. Sama põhimõtte kehtib ka diskreetsetel väljundisignaalidel, mis reguleerivad seadmel näiteks START või STOP funktsiooni. Näiteks võib digitaalne signaal näidata, kas uks on avatud või suletud.



Joonis 3.1. Kontroller TM221CE16T.

Loogikakontrollerile saab paigaldada juurde Modicon M221 seeria TM3 laiendusmoduleid. Lisamoduleid saab järjestikku kinnitada kontrolleri paremasse külge. Ühe kontrolleri puhul saab kasutada maksimaalselt seitset TM3 laiendusmoodulit. [9]

Väljundite/sisendite laiendusmooduliteks on kasutatud järgmisi TM3 seeria tooteid [9]:

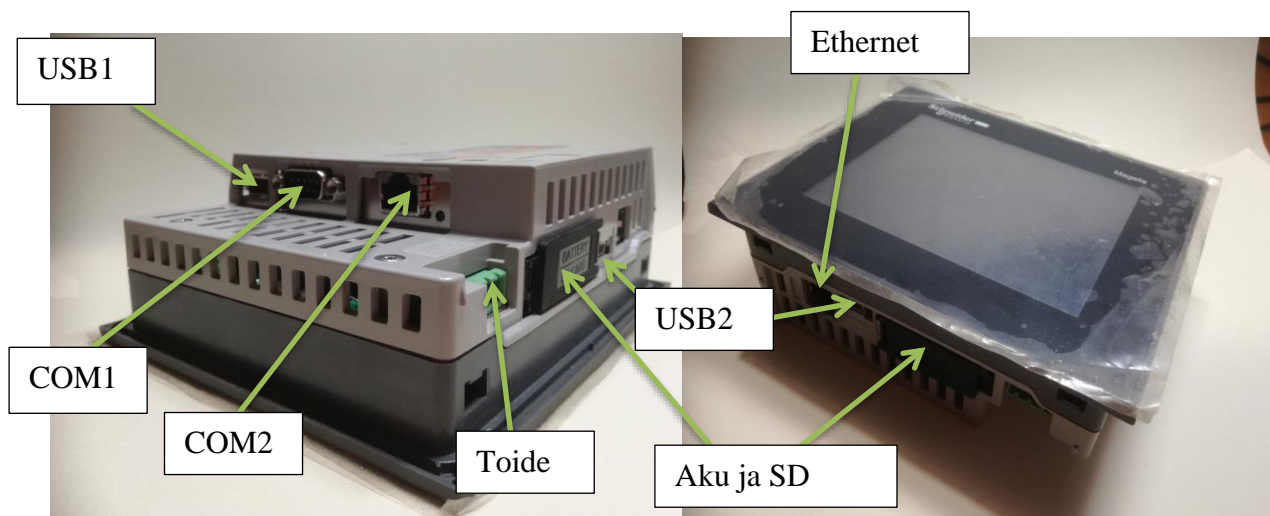
- 1) TM3AI8 on kaheksa analoogsisendiga 0...10 V;
- 2) TM3DQ8R on kaheksa diskreetse sisendiga laiendusmoodul;
- 3) TM3AI4 on lisamoodul neljale analoogsisendile 0...10 V või 0...20 mA;
- 4) TM3AQ2 on lisamoodul kahele analoogväljundile 0...10 või 0...20 mA;
- 5) TM3DQ16R on lisamoodul 16 diskreetse väljundiga.

Kontrolleri programmeerimiseks on Schneider Electric'ü tarkvara SoMachine Basic, mida on kirjeldatud peatükis 5.1.

3.2. Puutetundlik paneel

Valitud süvispaigaldatav puutetundlik paneel kuulub Schneider Electric'ü Magelis GTO seeriasse. Ekraan ühildub Modicon M221 seeriaga läbi ModBus TCP/IP liidese. Ekraani läbimõõt on 14,48 cm, toitepinge on 24 V alalispinget ja tarbitav võimsus on 10,5 W. [11]

Seadmel on valik erinevaid ühendusi: kaks jadaliini *COM1* (*SUB-D 9*), *COM2* (*RJ45*), *Ethernet RJ45* ja kaks *USB* pesa (*Universal serial port*) tüüp A ja tüüp mini B (joonis 3.2). [11]



Joonis 3.2. Puutetundlik ekraan HMIGTO2310. Vasakpoolsel pildil vaade alt ja parempoolsel vaade pealt.

Paneeli programmeerimiseks on Schneider Electric'ü tarkvara Vijeo Designer V6.1, mille täpsem ülevaade on peatükis 5.2.

3.3. Elektrienergia tarbimise jälgimine

Hoone üldist energiat mõõdab Elektrilevi AS-i poolt paigaldatud energiaarvesti. Hoonesiseses elektrivõrgus võib esineda elektritarbimises ebaharilikke häireid ja rikkeid. Nende jälgimiseks on paigaldatud hoone jaotuskeskusesse automaatkaitselülititele lisaseadmed Schneider Electric'ü *PowerTag*´id. Tegemist on turul pakutava väikseima juhtmevaba arvestiga, mida saab ühendada Acti9 seeria automaatkaitselülitite külge (joonis 3.3).

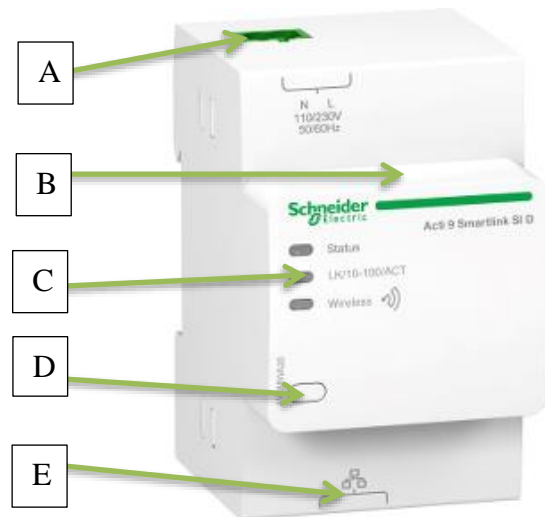


Joonis 3.3. *PowerTag* 1P+N [12].

Seade võimaldab järgmist [12]:

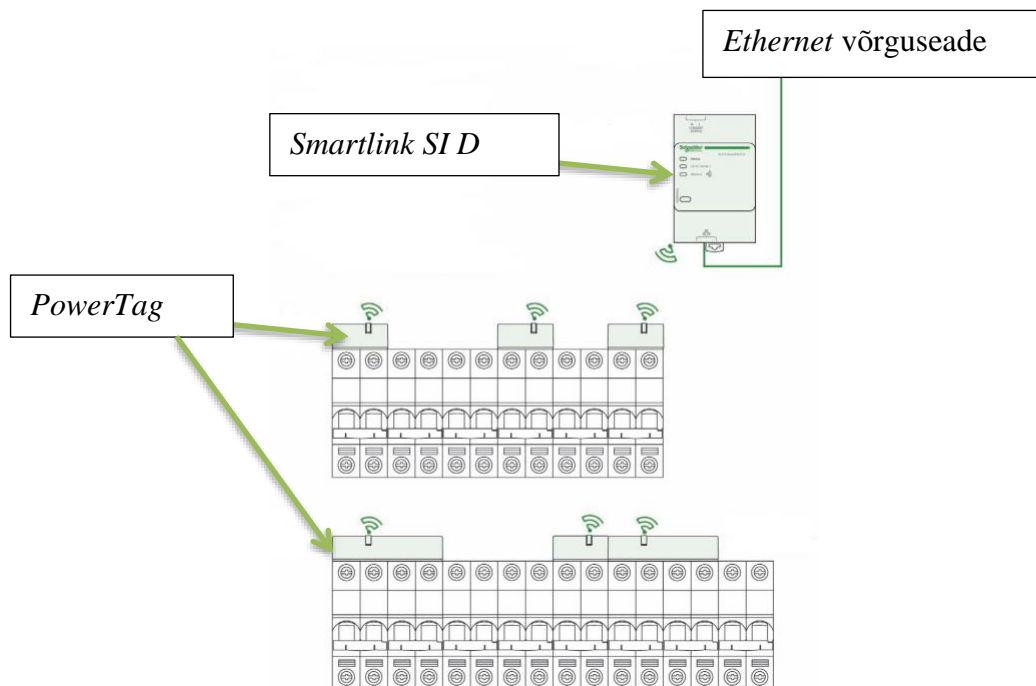
- edastab mingil ajahetkel andmed elektrienergia tarbimise, voolu, pinget ja võimsusteguri kohta;
- annab ennetusmärguande ülekoormuse korral;
- annab alarmi kui tekib pinget kadu või ülekoormus;
- võimaldab kiireloomulisi teateid elektroonilisele postiaadressile.

Acti9 *Smartlink SI D* süsteemi kasutatakse energia tarbimise jälgimiseks ja kontrollimiseks elamu jaotuskilpides. Süsteem võimaldab koguda infot kõikidelt erinevatelt energia mõõdikutelt nagu energiaarvesti, veearvesti kui ka õhu ja gaasimõõdikutelt. Süsteem koosneb *Acti9 Smartlink SI D* seadmest (joonis 3.4) ja *powerTag* energiaarvestitest, mis toodud ka põhimõtteskeemil joonis 3.5 [13].



Joonis 3.4. *Acti9 Smartlink SI D* [13]: A- toide 230 V, B- IPv4 aadress, C- oleku indikaatortuled, D- Reset nupp, E- RJ45 *Ethernet* pesa.

Smartlink SI D ja *PowerTagid* lahendus võimaldab kasutada erinevaid kalkulasioonifunktsioone, jälgida ja saada teateid erinevate häirete puhul nagu võimsuse- ja pinge kadu.



Joonis 3.5. *SmartLink SI D* kommunikatsioonisüsteemi põhimõtteskeem [13].

Leiti, et on parim lahendus paigaldada jaotuskilpi viis ühefaasilist ja kaks kolmefaasilist seadet, et jälgida olulisemate jaotuste elektrienergia tarbimist, nagu maaküttepump, elektripliit, magamistubade, sauna ja elutoa pistikupesad.

3.4. Sisekliima, küte ja ventilatsioon

3.4.1. Sisekliima

Sisekliimale on määratud mitmeid erinevaid olulisi parameetreid, mis muudavad õhu inimese jaoks hubaseks ja tekitavad hea enesetunde. Mõõdetavad mõjurid on näiteks temperatuur ja õhuniiskus. [14]

Optimaalseks õhutemperatuuriks loetakse 22...25 °C , mis on sobiv temperatuur teatud riietuse ja kehalise aktiivsuse juures. Õhuniiskus mõjutab organismi soojusvahetust keskkonnaga ja inimesele loetakse optimaalseks õhuniiskust vahemikus 40...60%. Normide järgi soovitatakse hoida talvel õhuniiskust vahemikus 25...40% ja suvel 30...70%. Niiskus võib mõjutada organismi madala temperatuuri puhul alajahtumisega ja kõrge temperatuuri puhul ülesoojenemisega. [14]

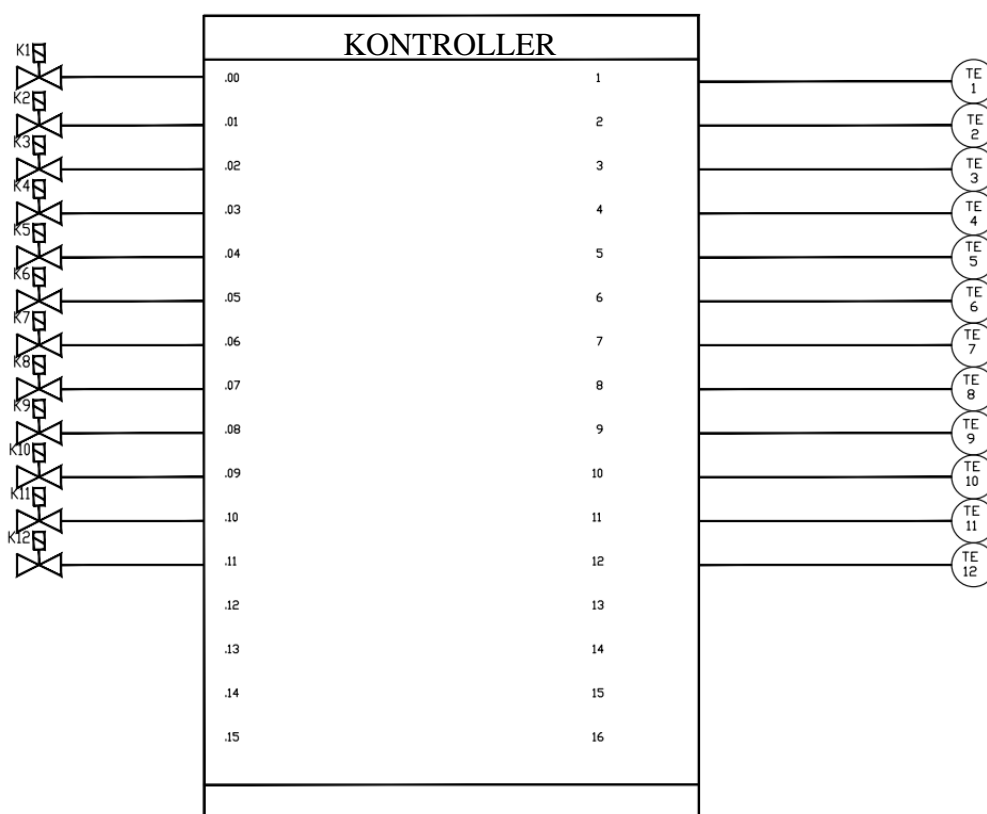
Eramus puudub eraldi õhuniisutaja reguleerimaks õhuniiskust vastavas vahemikus. Taolise väikse elumaja kohta on seade liigselt kulukas. Ventilatsiooniseadet kasutades plaanitakse hoida õhk eelnimetatud normide piires. Õhuvahetusega saab kontrollida ka niiskuse sisaldust õhus.

3.4.2. Küttesüsteem

Hoone energiatarbimisest enamus, kuni 70% kulub kütmisele. Oluline selle juures on hoone ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid. Nende süsteemide juhtimine põhineb ressursside säästlikul kasutamisel ja mugavuse tagamises. Küttesüsteemi automatiseerimisel kasutatakse põhiliselt kohalolekuandureid ja kellaajalisi režiime, mis toovad kaasa kulude

optimeerimise. Selle tagamiseks kasutatakse süsteemides temperatuuriandureid, mis on omakorda ühenduses kütte soojussõlmega. [1]

Maja küttesüsteem põhineb maasoojusel. Maasoojuse küttekontuur on paigaldatud krundil majast põhja poole (joonis 2.1). Hoonesse on paigaldatud maakütteseade CTC EcoHeat 410 küttevõimsusega 12 kW. Seadmega on ühendatud kaks küttekontuuri, millest esmane on ülemise korruse radiaatoritele ja teine alumise korruse vesipõrandakütte tarbeks. Radiaatorite kütteks piirab seade kontuuri vee maksimumtemperatuuriga 55 °C ja põrandakütte kontuuris 35 °C. Maakütteseadmega on kaasas 223 m³ akumulaatoripaak, millest juhitakse sooja vett hoonesse paigaldatud küttetorudesse. Seadmel on olemas oma automaatika ja ühildub paigaldatud süsteemiga läbi Modbus TCP/IP liidese. Juhtimiseks on paigaldatud seadmele puutetundlik paneel. [15]



Joonis 3.6. Ruumide temperatuuri reguleerimise struktuurskeem. TE 1...TE 12 on temperatuuriandurid igasse tuppa, K1...K12 on solenoidklapid iga ruumi küttekontuuri ette.

Ülemisel korrusel on kaks magamistuba ja koridor. Maakütteseadmest väljuv esmane jaotustorustik on jagatud kolme eraldi kontuuri vahel, mida reguleerivad solenoidklapid. Igasse ruumi on paigaldatud ruumi temperatuuriandur, mis edastab info kontrollerrisse. Läbi kontrolleri saadud info põhjal toimub klappide juhtimine.

Teine jaotustorustik on alumise toa põrandaküttele, mis jaguneb viieks (köök, elutuba, koridor, pesuruum, WC). Igasse ruumi paigaldatakse ruumi temperatuuriandurid.

Temperatuurianduritel on signaali väljund 4...20 mA ja toiteks vajavad 12...30 V alalispinget. Kokku on hoones kaheksa temperatuuriandurit ja kütteahelat, millele on vahele pandud solenoidklapid.

Solenoidklappide kasutamisel esineb palju häireid. Klappide liikuvate osade vahele võib sattuda küttevees olevat mustust, mis ei lase klapil enam korralikult sulguda. Siinkohal tasub kaaluda kulukamat lahendust 3T ventiilide näol. Ventiilid vajavad kontrollerrist analoogväljundit, mis teeb ka süsteemi maksumuse suuremaks.

3.4.3. Ventilatsioon

Ventilatsiooni seadmeks on valitud soojustagastusega Systemair VR 400 DC, mille küttevõimsus on 1,67 kW ja ventilaatorite võimsus 230 W [16]. Seade on paigaldatud eramu välisseinale ja igasse tuppa on paigaldatud ventilatsioonitorud, mille kaudu toimub ruumi ventileerimine.

Agregaati saab ühendada hooneautomaatikaga Modbus TCP/IP vahendusel. Automaatika hakkab juhtima seadme kahte sisendit ja väljundit, millest üks sisend imeb õhku väliskeskkonnast ja teine hoonest ja vastavalt väljundile puhuvad õhku ruumidesse või ruumidest välja (joonis 3.4). [16]

Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem (ATS) on süsteem, mis väljastab automaatselt hoones tekkinud tulekahju kohta teate ja läbi automaatikasüsteemi lülitab eramus välja ventilatsiooni. Selleks on kilpi paigaldatud sõltumatu vabastiga automaatkaitselüliti ventilatsioonigregaaadi kaitselüliti ette. ATS keskus juhib signaale läbi 24 V alalisvoolu relee, millel on normaalselt suletud kontakt ja mis on ühendatud

kaitselüliti sõltumatu vabastiga. Häiresse minnes katkeb vooluahel releel, mis rakendab vabasti ja lülitab voolu välja ventilatsiooniseadmelt. [17]

Õhuliikumise normid eluruumides on [14]:

- suvel maksimaalne õhu liikumise kiirus 0,18...0,25 m/s vastavalt soojuslikule mugavusklassile;
- talvel maksimaalne õhu liikumise kiirus 0,15...0,21 m/s vastavalt soojuslikule mugavusklassile;
- vajalik õhuvahetus $0,5-1 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.



Joonis 3.4. Systemair VR 400 DC [16].

Hoonesse paigaldatakse CO₂ andur EsenseInd kõrgusega 0...10 cm ruumi põrandast. Eluruumides ei tohiks olla CO₂ sisaldus rohkem kui 0,1% mahu järgi [14]. Andur töötab 24 V alalispinge pealt mõõtevahemikuga 0...2000 ppm [18]. Andur, väljundsignaaliga 4...20 mA, on paigaldatakse võimalikult hoone keskele, alumise korruse esikusse.

Ventilatsiooni juhtimine ja jälgimine toimub läbi kontrolleri. Elanike puudumisel hoones peab läbi kontrolleri olema võimalik reguleerida ventilatsioon 25% peale nominaaltootlikkusest.

3.5. Valguse juhtimine

Valgustuse juhtimine toimub läbi kontrolleri TM221CE16T. Valgustuse lülitamine toimub ruumi põhiselt ja on selle järgi jagatud 12-sse erinevasse gruppi. Valgustid on valitud toitepingega 230 V vahelduvpinget või varustatud seadmesisese alaldiga. Valgustite puhul on kasutatud olemasolevaid valgusteid.

Valgustite kontrollimiseks ja reguleerimiseks on magamistubades 0...10 V valgusregulaatorid seintel, mida saab kontrollierist juhtida kodust lahkudes. Teistesse ruumidesse on paigutatud LSS396462 kohalolekuandurid (elutuba, köök, pesuruum). Andurid fikseerivad ära oma mõjupiirkonnas inimese kohalolu ja lülitavad valgustid välja kui etteantud aja möödudes kohalolu ei tuvastata. Anduri tehnilised andmed on toodud tabelis 3.1. Koridorides ja WC-s kasutatakse Arguse liikumisandurit CCT551012.

Tabel 3.1. Kohalolekuanduri LSS396462 tehnilised andmed [19]

Parameeter	Väärtus
Toitepinge	230 V
Senori tüüp	PIR
Temperatuuri mõõte vahemik	0...51 C \pm 0,5 C
Valgustustiheduse mõõte vahemik	0...510 lux \pm 0,5 lux

PIR (*Passive infrared sensor*) anduril LSS396462 on võimekus töötada nii liikumisandurina kui ka kohalolekuandurina. Samaaegselt on talle sisseehitatud ka valgussensor. Päeval ajal kui ruumis on piisavalt päevavalgust, reguleeritakse kontrollierist valgusrežiim sellega vastavaks.

Magamistubade valgusregulaatoritele on vaja digitaalsignaale ja kohalolekuanduritele analoogsignaale. Vastavalt vajadusele on võimalus veel erinevatesse ruumidesse paigaldada ruumikontrollerid, kust saab reguleerida nii ruumi temperatuuri kui valgustust eeldades, et need ühilduvad koostatud süsteemiga. Kogu süsteemi saab üles ehitada samuti SCADA (*Supervisory control and data acquisition*) lahendust kasutades, mis võimaldab ruumi parameetreid kontrollida ka läbi mobiilse rakenduse. Sellisel juhul pole vajadust ruumikontrollerite järele.

Igasse ruumi on plaanis paigaldada motoriseeritud aknakatted, mida reguleeritakse hoone automaatikaga. Võimalikud aknakatted on tootjalt Glydea. Lisaks paigaldatakse valgustugevuse andurid igasse eluruumi, mille abil saab automaatikaga seadistada suvisel perioodil kardinate automaatse sulgemise ja talvisel perioodil automaatse avamise. Kontrolleril on olemas reaalaaja funktsioon (*Real-time Clock* RTC), mille abil saab vastava ajalise juhtimise programmeerida.

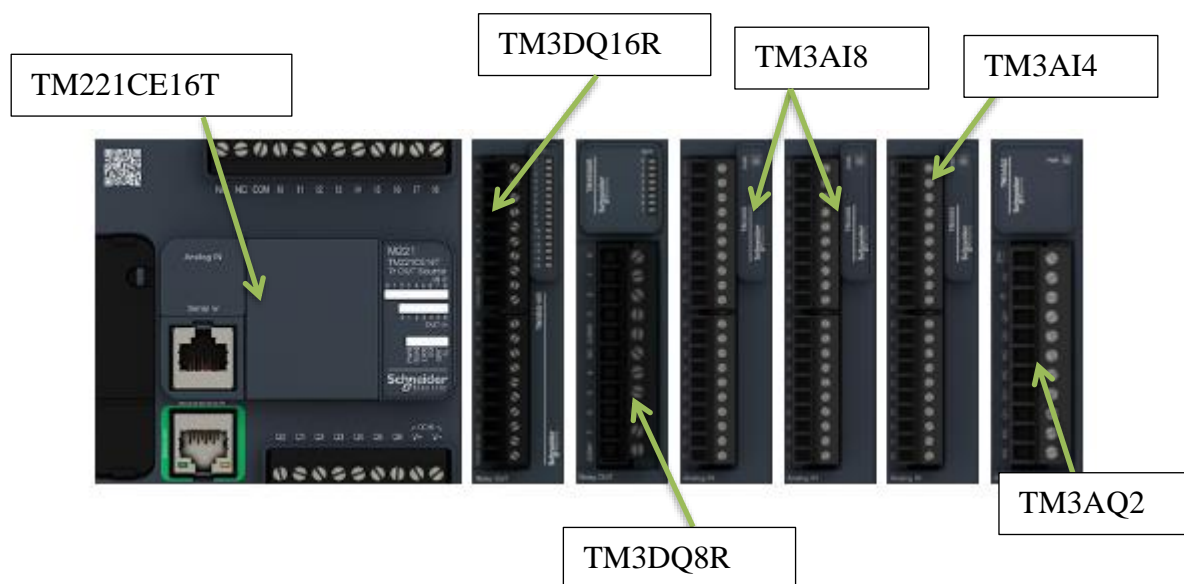
Ruumid, millele on varasemalt paigaldatud kohalolekuandurid, omavad nende näol ka valgustugevuse andureid. Ülejäänud ruumidesse tuleb see lisaks paigaldada. Valgustugevuse anduriga saab kontroller info kui valgustugevus on liiga suur ja kardinaid oleks vaja sulgeda.

4. MATERJALI SPETSIFIKATSIOON

4.1. Hoone automaatika

Hoone automaatika juhtimine hakkab toimima läbi juhtpaneeli. Paneel on ühendatud *Ethernet* võrgujaotusseadmega, mis omakorda on ühenduses kontrolleri läbi *Etherneti*. Paneelilt saab reguleerida alumise korruse ruumide temperatuure, kõikide ruumide valgustust, ventilatsiooni ja see annab võimaluse jälgida voolu tarbimist erinevates gruppides. Paneelilt on võimalus lülitada välja erinevate ruumide valgustust, lisaks on olemas eraldi režiim kodust lahkumisel, mis lülitab kogu voolutarbimise miinimumrežiimile.

Lisaks paneelile on hoone automaatika ühenduses ka mobiilseadmetega läbi Schneider Electric'i SCADA (*Supervisory control and data acquisition*) rakenduse, mis annab võimaluse juhtida ja jälgida paneelil olevaga samu näitajaid.



Joonis 4.1. Hoone automaatika kontrollseadmete valik [20].

Hoone juhtimine on jaotatud tubade kaupa gruppidesse, kus saab reguleerida kütet, valgustust, kardinaid ja ventilatsiooni. Lisaks toimub elektrienergia kasutuse jälgimine tubade kaupa. Antud kontrolleri skeem on toodud joonisel 4.1 ja süsteemi detailide kirjeldus tabelis 4.1.

Moodulite kirjeldus on toodud tabelis 4.1. Lisamooduleid saab lisada antud kontrolleri maksimaalselt seitse või pikendada seda spetsiaalse võimendusmooduliga. Vastavalt täiturite ja täiturseadmete vajadusest tulenevate sisendite ja väljundite arvule saame koostada kontrolleri ja lisamoodulitest vajaliku konfiguratsiooni, mis võimaldab meil lahendada lähteülesandes püstitatud eesmärgi.

Antud konfiguratsioon annab meile järgmised sisendid/väljundid [20]:

- 9 diskreetset sisendit 24 V DC;
- 31 NO relee väljundit;
- 4 analoogsisendit (0...10V);
- 1 jadaliides;
- 1 Ethernet;
- 2 analoogväljundit 0...10 V või 0...20mA.

Analoogsisendid on temperatuurianduritele, CO₂ andurile ja kohalolekuanduritele. Nende kaudu annavad andurid vastava väärtuse kontrolleri, mille kohaselt kontrolleri edastab käsu täituritele.

Magamistubade 0...10V valgusregulaatorid ja liikumisandurid vajavad digitaalsisendit. Antud sisendite järgi saab kontrolleri info, kas valgustid vastavates ruumides põlevad või mitte.

Hetke konfiguratsiooni jaoks on arvestatud digitaalseid releeväljundeid järgmiselt: kaheteistkümnele kollektoritele, kaks tükki valgustitele magamistubades ja kolm tükki koridoride ja WC valgustitele. Elutoa, köögi ja pesuruumi valgustitele vajatakse kolme analoogväljundit.

Kütte- ja ventilatsiooniseade suhtleb kontrolleri Modbus TCP/IP vahendusel, mille tarbeks on üks jadaliidese laiendusmoodul. Energia tarbimise info saab kontrolleri läbi Etherneti, mille tarbeks on hoonesse paigaldatud *Ethernet* võrgujaotusseade.

Tabel 4.1. Seadmete loetelu

Seade	Funktsioon	Kogus	Asukoht
HMIGTO2310	Puutetundlik paneel	1	Hoones
ABL8MEM24012	Toiteplokk kontrolleriile 230V/24 V 1,2A	1	Jaotuskeskuses
VER-HWL3XSTHX3F	Temperatuuri andur	12	Eluruumid
	Solenoid klapid	12	Küttekontuurid
ABL8MEM24012	Toiteplokk CO ₂ andurile	1	Jaotuskeskuses
EsenseInd	CO ₂ andur	1	Alumise korruse esikusse
TCSESB083F23F0	Ethernet switch 8 porti	1	Jaotuskeskuses
A9XMTWA20	Acti9 Smartlink SI D	1	Jaotuskeskuses
A9MEM1520	Powertag 1P	5	Jaotuskeskuses
A9MEM1540	Powertag 3P	2	Jaotuskeskuses
LSS396462	Kohalolekuandur, lakke.	3	Köök, elutuba, pesuruum
CCT551012	Liikumisandur lakke	3	Koridor/WC
TME221CE16T	Kontroller	1	Jaotuskeskuses
TM3DI8	8 diskreetse sisendiga I/O moodul	1	Jaotuskeskuses
TM3DQ16R	16 relee väljundiga I/O moodul	1	Jaotuskeskuses
TM3DQ8R	8 relee väljundiga I/O moodul	1	Jaotuskeskuses
TM3AI8	8 analoog sisendiga I/O moodul	2	Jaotuskeskuses
TM3AI4	4 analoog sisendiga I/O moodul	1	Jaotuskeskuses
TM3AQ2	2 analoog väljundiga I/O moodul	1	Jaotuskeskuses

Kontrolleritel on veel lisa sisendid ja väljundid, mida saab kasutusele võtta hilisemate soovide täitmiseks nagu reguleeritavad aknakardinad ja muud seadmed.

Esiku seinale välisukse lähedusse on paigaldatud süvistatav puutetundlik paneel, millelt toimub elanike poolne automaatika juhtimine. Paneelilt on võimalik seadistada erinevate ruumide temperatuure, välja lülitada valgustust ja jälgida energia tarbimist ja ventilatsiooni tööd. Lisaks on olemas funktsioon/nupp juhuks kui pererahvas kodust lahkub ja soovib välja lülitada kogu tarbimise korraga, mis pole igapäevaselt vajalik.

4.2. Seadmete maksumus

Antud bakalaureusetöö osa eesmärgist oli välja töötatud lahenduse tulemusena saada soodne targa maja lahendus juba kasutuses olevale hoonele. Hetke turuolukorras, kus hooneautomaatika leiab üha enam populaarsust, ka eraisikute seas, paigaldatakse lahendus juba maja ehitamise käigus ja elektriprojekti koostamise raames tehakse selleks juba vajalikud ühendused. Palju keerulisem ja kulukam on paigaldada automaatikasüsteemi vanemale hoonele. Turul pakutavad valmislahendused on enamasti suurema maksumusega ja selleks, et saada oma elamule soodne lahendus, tuleb see lahendus ise koostada ja komplekteerida.

Välja töötatud lahendus on ajakulukas ja vajab rohkem teadmisi ja oskusi automaatikast üldiselt. Turul pakutavad valmislahendused on kasutajale tehtud väga lihtsasti kasutatavaks. Näitena võrreldakse koostatud teoreetilist lahendust turul pakutava Schneider Electric'ü KNX lahendusega. KNX'1 on välja töötatud iga koduse seadme jaoks ülemineku moodulid, et kõike oleks võimalik lihtsasti ühendada KNX süsteemiga. Käesolevas töös valitud kontrolleri on laialdaste võimalustega ja programmeerimise tarkvara ei ole väga keeruline.

Hinnavõrdlus KNX-i seadmetega on toodud tabelis 4.3, kus on välja toodud seadmed, mis sobivad pakutud lahenduse saavutamiseks KNX süsteemiga. Toodete hulgast on hinnavõrdlusesse valitud sobivad sarnase funktsiooniga tooted ja vajalikud ühendusmoodulid. Võrreldes toodete hindasid, on näha, et saab saavutada veel odavama lahenduse, näitena KNX kohalolekuandur on oluliselt odavam kui valitud Schneider Electric'ü Arguse seeria oma. Siinkohal tasub uurida, kas KNX-i andur ühildub välja pakutud süsteemi kontrolleriiga. Elektrienergia tarbimise jälgimise süsteemi sellisel näol pole KNX-i hinnale juurde arvestatud, mis kergitab veelgi selle maksumust.

Tabel 4.2. Hinnavõrdlus KNX-ga [21]

Funktsioon	Kogus	Hind	Summa	Seade	Funktsioon	Kogus	Hind	Summa
Puutetundlik paneel	1	€ 867.70	€ 867.70	MTN6260-0310	Puutetundlik paneel	1	€ 1,700.00	€ 1,700.00
Toiteplokk kontrolleri- le 230V/24 V 1,2A	1	€ 41.10	€ 41.10	MTN684064	Toiteplokk	2	€ 51.17	€ 102.34
Temperatuuri andur	12	€ 56.50	€ 678.00	MTN6501-0002	KNX server	1	€ 1,228.15	€ 1,228.15
Solenoid klapid	12	€ 25.00	€ 300.00	MTN639125	Kollektori juhtventiil	8	€ 19.20	€ 153.60
Toiteplokk CO ₂ andurile	1	€ 41.10	€ 41.10		Solenoid klapid	8	€ 25.00	€ 200.00
CO ₂ andur	1		€ -	MTN680329	KNX router	1	€ 358.77	€ 358.77
Ethernet switch 8 porti	1	€ 478.00	€ 478.00	MTN6503-0201	KNX Modbus ühenduslülili	1	€ 165.53	€ 165.53
Acti9 Smartlink SI D	1	€ 82.31	€ 82.31	MTN663991	KNX temperatuuri ja valgusandur	8	€ 212.29	€ 1,698.32
Powertag 1P	5	€ 41.11	€ 205.55	MTN630419	KNX kohalolekuandur	3	€ 126.23	€ 378.69
Powertag 3P	2	€ 92.62	€ 185.24	ALB46153	Liikumisandur	3	€ 140.25	€ 420.75
Kohalolekuandur, lakke.	3	€ 340.48	€ 1,021.44	MTN676090	Kontroller	1	€ 129.55	€ 129.55
Liikumisandur lakke	3	€ 142.69	€ 428.07	MTN644692	8 binaarsisendit	1	€ 199.95	€ 199.95
Kontroller	1	€ 133.36	€ 133.36	MTN646808	Lülitite täiturmehhanism	3	€ 214.30	€ 642.90
8 sisendiga I/O moodul	1	€ 58.91	€ 58.91	MTN670802	Lülitite KNX üleminekuseade	12	€ 34.96	€ 419.52
16 relee väljundiga I/O moodul	1	€ 97.16	€ 97.16	MTN6606-0008	KNX ASTRO kell	1	€ 222.98	€ 222.98
8 relee väljundiga I/O moodul	1	€ 66.56	€ 66.56					
8 analoog sisendiga I/O moodul	2	€ 95.33	€ 190.66		CO ₂ andur	1		€ -
4 analoog sisendiga I/O moodul	1	€ 136.18	€ 136.18					
2 analoog väljundiga I/O moodul	1	€ 102.52	€ 102.52					
			€ 5,011.34					€ 8,021.05

Vaadates tabelis 4.3 toodud hindasid, on näha, et antud töös välja pakutud lahendus on soodsam. KNX lahendusel on olemas veel spetsiaalsed ruumikontrollerid ja lülitid, mis ühilduvad vastava süsteemiga, neid hindasid pole hinnavõrdluses välja toodud, aga kergitavad seda veelgi. Schneider Electric´u KNX automaatikasüsteem on väga laialdaste võimalustega, mis teevad ka süsteemi hinna kalliks.

Lõputöö raames välja toodud lahendus annab soovijatele võimaluse suurema töö- ja ajakuluga saavutada soodsam, aga samaväärne koduautomaatika lahendus, nagu turul pakutavad valmislahendused.

5. KASUTATAV TARKVARA

5.1. SoMachine basic

Kontrolleri programmeerimiseks kasutatakse Schneider Electric'ü SoMaschine Basic tarkvara, puutetundliku ekraani programmeerimiseks on Vijeo Designer tarkvara.

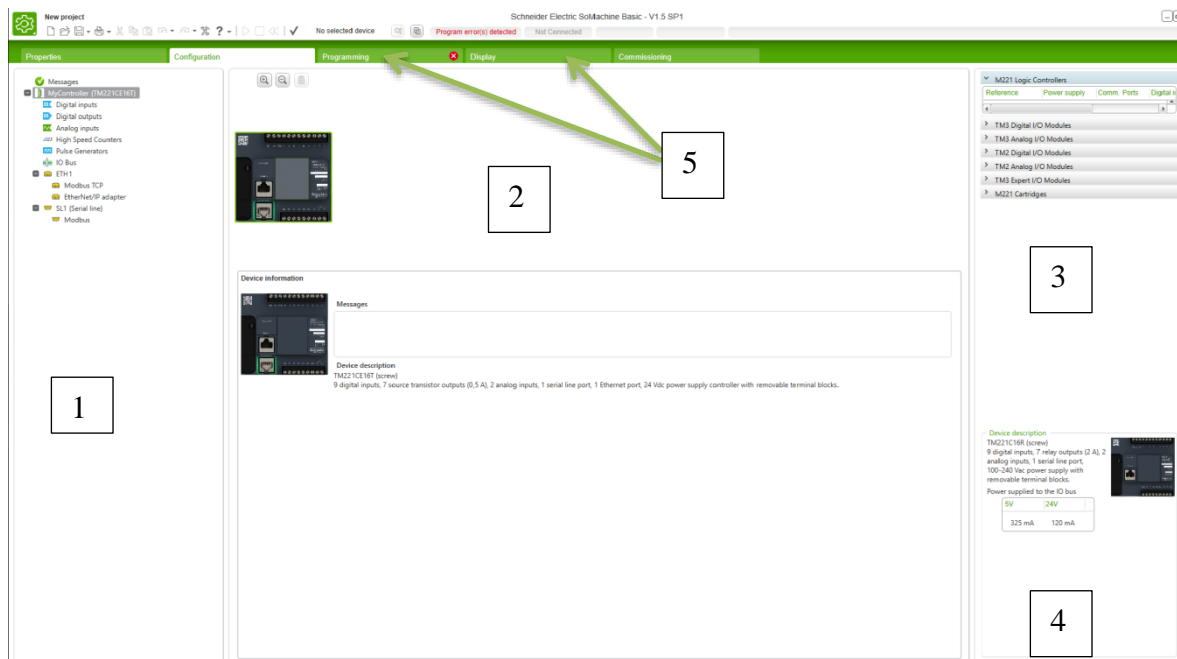
SoMachine Basic programm põhineb kolmel operatsioonil: [22]

- projektide konfigureerimine ehk seadmete valik;
- projekti programmeerimine;
- masinatesse programmi sisestamine.

Tarkvara kuvab eraldi vaatega koostatava projekti erinevad elemendid, mida saab ekraanil ringi tõsta. Kuva struktuur võimaldab lisada riistvara ja tarkvara erinevaid elemente lohistades need kataloogist ekraanile. Projekti sisu loomiseks on vasakul (joonis 5.1) põhilised konfiguratsiooni dialoogboksid. Lisaks lihtsale konfiguratsioonile ja programmeerimisele saab tarkvaraga võimaldab *Logic Builder* diagnostika ning hooldusfunktsioone. [22]

Kasutataval programmeerimiskeeltel on erinevaid valikuid [22]:

- vooskeem CFC (*Continuous function chart*), mis kasutab lihtsaid loogikatehteid nagu VÕI, JA ja nii edasi.
- plokkdiagramm FBD (*Function block diagram*).



Joonis 5.1. So Machine tarkvara graafiline konfiguratsioon (tarkvara ekraanipilt).
1- seadistuste paneel, 2-projekti vaade, 3-valikkataloog, 4-kataloogi vaated, 5-menüüriba.

Logic Builder koosneb järgmistest elementidest (Joonis 5.1) [22]:

- menüü ja tööriistaribad;
- navigeerimisvaated;
- kataloogi vaated;
- peamiste sammud vaade.

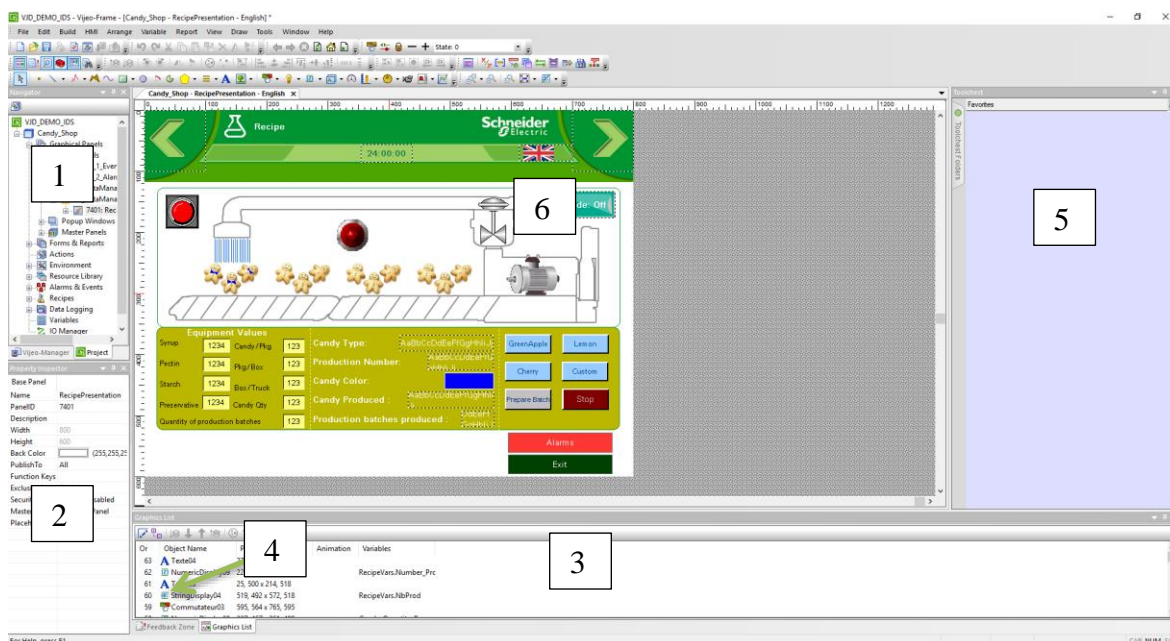
Peale konfiguratsiooni koostamist tuleb ära seadistada sisendid ja väljundid, andes neile ette parameetrid ja käsud. Järgnevalt lahtrist saab valida sobiva paneeli ja seejärel toimub andmete allalaadimine kontrollerrisse. Tarkvara võimaldab käivitada programmi simulatsiooni režiimil ja saab näha kuidas sisestatud programm toimib. Järgnevalt programmeeritakse paneelile sobiv vaade ja funktsioonid.

5.2. Vijeo Designer

Vijeo Designer on Schneider Electric'ü tarkvara puutetundliku paneeli programmeerimiseks. Paneel ühendatakse COM2 pesast RS485 kaabliga.

Joonisel 5.2 on näha programmi avamenüüd ja kus on põhivalikud tähistatud järgnevate numbritega: [23]

1. navigaator, mis on uute rakenduste loomiseks, kus on hierarhiliselt iga projekti valikud üles loetletud;
2. projekti info;
3. graafika nimekiri. Seal on iga joonise objektide nimekiri, mis sisaldab objekti loomise aega, nime, asukohta, animatsiooni ja muid võimalikke valikuid;
4. tagasiside lahter, kuhu kajastuvad kõik tulemused ja veateated;
5. tööriista kohver, kust saab valida joonisele komponendid sisaldades erinevate tootjate komponente;
6. projekt.



Joonis 5.2. Vijeo Designer põhiekraani pilt. 1-navigaatorpaneel; 2-projekti info; 3-graafika nimekiri; 4-tagasiside; 5-tööriista kohver; 6-projekti info.

Programmil on ka simulatsiooni võimalus, kus saab oma programmeeritud projekti kasutada ilma, et see oleks paneeli alla laaditud. See annab hea võimaluse oma projekti eelnevalt kontrollida ja katsetada, et saavutada soovitud tulemus. Paneelilt on võimalik seadistada alarmide infot saatmise ka elektroonilisele postiaadressile. [23]

Graafiline liides kavandatakse ekraanile loogiliselt ja arusaadavalt ka lastele. Avakuvas on valikuks puutealad puhkuse režiimile, kodust lahkumiseks ja ruumide valikmenüü eraldi, kust saadakse valikuid teha ruumide põhiselt.

KOKKUVÕTE

Hooneautomaatika on hoone süsteemide automatiseerimine ja juhtimine. Süsteem hõlmab kütte, jahutuse, valgustuse, tulekustutussüsteemide, elektrienergia- ja turvasüsteemide, veevarustuse, ventilatsiooni ja videovalve automatiseerimist. Osad lahendused annavad võimaluse seda kõike juhtida ka mobiiltelefoni teel.

Käesolevas töös on antud lühikirjeldus hetkel turul olevate valmis koduautomaatika lahenduste protokollidest KNX, DALI ja Modbus.

Töö eesmärgiks oli koostada Schneider Electric'ü tööstusautomaatika seadmete põhjal Elva linnas Peedu linnaosas asuva eramaja koduautomaatika lahendus. Lähteülesandena on juba tehtud valik controllerile ja puutetundlikule paneelile. Töö esimeses peatükis on kirjeldatud valitud hoone üldandmed ja omaniku soovitud lähteülesannet. Lähteülesandes ei ole kirjeldatud kõiki eelnimetatud automatiseerimisvõimalusi, aga seda kõike on võimalik veel süsteemi rakendada.

Lähteülesandeks valitud hoone on vana betoonmaja, mida jooksvalt sees elades renoveeritakse. Osad pakutud lahendused, nagu ventilatsioon, vajavad veel enne automatiseerimist süsteemi paigaldust. Kirjeldatud sai teoreetiliselt antud lähteülesandele vastav lahendus, mille käigus valiti välja vajalikud seadmed nagu andurid, kollektorid ja teised seadmed. Nende võimalustele on antud lühikirjeldus. Teoreetiliselt on kirjeldatud, kuidas iga antud süsteemi osa toimima peaks. Välja on pakutud ka lisavõimalusi, nagu automatiseeritud aknakardinad. Kokkuvõtteks on tehtud hinnakalkulatsioon valitud seadmetele ja võrreldud Schneider Electric'ü KNX toodete hindadega. Viimases peatükis on lühidalt kirjeldatud ka kontrolleri ja paneeli programmeerimistarkvara kasutamist.

Töö on koostatud küll teoreetilisel baasil, mistõttu esineb kindlasti selle reaalsel rakendamisel praktikasse erinevusi. Samas sobivad kõik välja valitud seadmed antud projekti ja on reaalselt rakendatavad vastavalt kirjeldusele. Hoone omanik on avaldanud soovi seda teha.

SUMMARY

Building automation is the automation and management of building systems. The system includes automation of heating, cooling, lighting, firefighting systems, electrical and security systems, water supply, ventilation and video surveillance. Some solutions allow you to control all of this from your cellphone.

Work gives a brief description of the protocols for home automatics solutions presently on the market like KNX, DALI and Modbus.

The aim of the work was to create a home automatics solution in the residential district of Peedu in the town of Elva, based on Schneider Electric's industrial automation equipment. The task has already been chosen for the controller and the touch panel. The first chapter describes the general details of the selected building and the desired initial task of the owner. The initial task does not describe all of the aforementioned automation options, but all this can still be implemented.

The original building is the old concrete house, which is being renovated. Some of the proposed solutions, such as ventilation, still require system installation before automation. Theoretically, the solution described for the given task was described, in which the necessary equipment such as sensors, collectors and other devices was selected. A brief description of these options is given. Theoretically, it is described how each part of this system should work. Additional features are also offered, such as automated window curtains. To sum up, a price calculation has been made for the selected equipment and compared to the prices of Schneider Electric KNX products. The final chapter also briefly describes the use of controller and panel programming software.

The work has been constructed on a theoretical basis, so there are definitely differences realizing it in practice. However, all selected devices are suitable for this project and are actually applicable as described. The owner of the building has expressed a desire to do so.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Ilinõh, Ilmar.** Tehnoloogiliste protsesside automaatjuhtimine. [Võrgumaterjal] 2012. a. [Tsiteeritud: 29. Aprill 2018. a.] <http://opiobjektid.tptlive.ee/Automaatjuhtimine/hooneautomaatika.html>.
2. **KNX UK Ltd.** KNX The Standard. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 01. Mai 2018. a.] https://www.knxuk.org/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=111.
3. **Ränk, Jürgo.** *KÄOPESA PEREELAMUTE TARKMAJA LAHENDUS JA ELEKTRISÜSTEEM*. Tartu : Eesti Maaülikool, 2016. a.
4. **Sahku, Raivo.** *Tarkmaja eenergiavarustus (Magistritöö)*. Tartu : Eesti Maaülikooli tehnikainstituut, 2013. a.
5. **Osis, Anton.** *Hoonete valgustuse juhtimise automaatikasüsteemide võrdlus*. Tartu : s.n., 2015. a.
6. **Modbus .** MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION. [Võrgumaterjal] 26. Aprill 2012. a. [Tsiteeritud: 2018. Mai 17. a.] http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf.
7. Ehitisregister. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 05. Jaanuar 2018. a.] <https://www.ehr.ee/app/w/page?3>.
8. **Maaamet.** Maaamet Geoportaal. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] https://xgis.maaamet.ee/maps/XGis?app_id=UU82A&user_id=at&LANG=1&WIDTH=1066&HEIGHT=637&zlevel=12,643583.06884768,6457760.3149415&setlegend=UUKAT1_82=1,FUUKAT102_82=0,FUUKAT103_82=1,UUKAT1L_82=1,FUUKAT104_82=1,SHR_HALDUS=1,SHYBR_ALUS01_82A=0,SHYBR_ALUS07_8.
9. **Schneider Electric.** Modicon M221 Logic Controller Hardware guide. [Võrgumaterjal] Detsember 2017. a. [Tsiteeritud: 01. Mai 2018. a.] http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=EIO0000001384&p_EnDocType=User%20guide&p_File_Id=9604786494&p_File_Name=EIO0000001384.06.pdf.
10. **Brindfeldt, E., Lepiksoo, U.** Siemens LOGO! kontrolleri. [Võrgumaterjal] Siemens. [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] http://www.tthk.ee/PLC_LOGO/riistvara.html.
11. **Schneider Electric.** Advanced Panels. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 18. Veebruar 2018. a.] <https://www.schneider-electric.us/en/product/HMIGTO2310/advanced-touchscreen-panel-320-x-240-pixels-qvga--5.7%22-tft---96-mb>.
12. PowerTag Wireless energy sensor. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] <https://www.schneider-electric.com/en/product-range-presentation/63626-powertag/>.

13. Acti9 Smartlink SI D User Manual. [Võrgumaterjal] Märts 2018. a. [Tsiteeritud: 01. Mai 2018. a.] http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=DOCA0115EN&p_EnDocType=User%20guide&p_File_Id=9604969498&p_File_Name=DOCA0115EN-03.pdf.
14. **Liiske, Matti.** *Sisekliima*. Tartu : Eesti Põllumajandusülikool, 2002.
15. **Energy flex.** Vaikne ja võimekas maasoojuspump CTC EcoHeat 400. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 06. Mai 2018. a.] http://maasoojus.bestair.ee/files/ctc_ecoheat400.pdf.
16. **Systemair AB.** VR 400 DC. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 01. Mai 2018. a.] <https://www.systemair.com/ar-AE/UAE/Products/residential-systems/rotary-units/side-connected/vr/VR-400-DC/>.
17. **Ränk, Jürgo.** *KÄOPESA PEREELAMUTE TARKMAJA LAHENDUS JA ELEKTRISÜSTEEM*. Tartu : Eesti Maaülikool, 2016. a.
18. Senseair. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 01. Mai 2018. a.] <https://rmtplusstoragesenseair.blob.core.windows.net/docs/publicerat/PSH106.pdf>.
19. **Schneider Electric.** EnOcean Wireless devices. [Võrgumaterjal] Schneider Electric. [Tsiteeritud: 13. Märts 2018. a.] <https://www.schneider-electric.com/en/product/LSS396462/ecostruxure-building-expert-enocean-pir-occupancy-sensor>.
20. Machinestructure Configurator. Tartu : s.n., 2018. a.
21. My Schneider. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] <https://www.myseus.schneider-electric.com/mysedv/login.do>.
22. SoMachine, Programming Guide. [Võrgumaterjal] [Tsiteeritud: 07. Mai 2018. a.] <https://www.schneider-electric.com/en/download/document/EIO0000000067/>.
23. Vijeo Designer Basic Tutorial. [Võrgumaterjal] Mai 2015. a. [Tsiteeritud: 17. Mai 2018. a.] https://www.easylinese.com.br/Arquivos/EasyLine/Suporte/TutorialdoVijeoDesignerBasic_Ingl_us_d67bafec8f60094da93e3f02be93fd4f434bec7b.pdf.

Lisa 1. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Helina Turja, sünniaeg 28.08.1984

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö Koduautmaatika,

mille juhendaja on nooremteadur Erkki Jõgi,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 22.05.2018

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)